

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ostrava 2011

Miroslav Kryl

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

MODERNIZACE TRHACÍCH PRACÍ VE VYBRANÝCH
PROVOZOVNÁCH ČMŠ

MODERNIZATION OF BLASTING IN SELECTED
WORKARES OF CMS

Bakalářská práce

Autor:

Miroslav Kryl

Vedoucí bakalářské práce:

Doc.Ing.Milan Mikoláš, Ph.D.

Ostrava 2011

Prohlášení

- Celou bakalářskou práci včetně příloh jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution - NonCommercial – ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

Anotace

Cílem mé bakalářské práce je návrh na modernizaci trhacích prací pro povrchové dobývání soudržných hornin na výrobu štěrku a drtí. Tato práce se zabývá rozpojováním masivu horniny, kde je nutno používat trhací práce, které významně ovlivňují veškerý další průběh zpracování a úpravy těžené suroviny s vlivem na ekonomiku společnosti Českomoravský štěrk, a.s. se sídlem v Mokré u Brna.

V úvodu práce je popsána společnost Českomoravský štěrk, a.s., která je jednou z nejvýznamnějších těžebních společností na těžbu a úpravu přírodního kameniva v České republice. Dále představuje současné metody provádění trhacích prací na vybraných provozovnách ČMŠ, a.s.. A předkládá návrh na modernizaci trhacích prací vybraných provozoven za účelem snížení nákladů v jednotlivých technologických uzlech. Zároveň předkládá technicko – ekonomické a ekologické vyhodnocení navrženého řešení.

Klíčová slova: clonový odstřel, trhací práce, vrtací práce, roznět, trhaviny

Summary

The aim of my thesis is the proposal for the blasting modernization in quarries where gravel is produced from the coherent material. This work deals with the decoherence of solid rock, where it is necessary to use blasting, all of which significantly affect the further course of processing and treatment of mined material with the impact on the economy of Českomoravský štěrk, a.s. located in Mokrá (Brno).

The introduction describes the company Českomoravský štěrk, a.s., which is one of the most important mining companies in the Czech Republic. Furthermore, there are also described current methods of blasting operations on selected quarries of ČMŠ, a.s. There are submitted proposals for the blasting modernization in chosen quarries in order to reduce costs by technology node. It also presents the technical - economic and ecological evaluation of the proposed solution..

Keywords: Aperture blasting, blasting, drilling, ignitor, explosives

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce	2
3	Charakteristika společnosti Českomoravský štěrk, a.s.....	3
3.1	O společnosti	3
3.2	Rozmístění provozoven na území České republiky.....	3
3.3	Středisko hromadné těžby.....	5
3.3.1	Trhací práce.....	5
3.3.2	Vrtací práce	5
3.3.3	Ostatní	6
4	Stručná charakteristika vybraných provozoven	7
4.1	Bělkovice	7
4.2	Hrabůvka	8
4.3	Výkleky	9
4.4	Nová Ves	10
5	Současný stav trhacích prací a zároveň návrhy na zavedení moderních technologií a prostředků trhací techniky za účelem snížení nákladů v jednotlivých technologických uzlech	11
5.1	Zaměření lomové stěny.....	11
5.2	Projektování trhacích prací	13
5.3	Vrtací práce.....	14
5.4	Roznět.....	18
5.5	Trhaviny.....	21
5.6	Ostatní.....	27
6	Technicky – ekonomické a ekologické vyhodnocení navržených řešení.....	28
7	Závěr	29
	Literatura.....	30
	Seznam obrázků:	31
	Seznam příloh	32

Seznam použitých zkratk

bm	Běžný metr
CO	Clonový odstřel
č.	Číslo
ČMŠ	Českomoravský štěrk, a.s.
DP	Dobývací prostor
ks	Kusy
Kč	Koruna česká
m	Metr
mm	Milimetr
t	Tuna
m.n.m.	Metry nad mořem
MWD	Measure While Drilling /měření během vrtání/
MZK	Mechanicky zhutněné kamenivo
OBÚ	Obvodní báňský úřad
POPD	Plán otvírky, přípravy a dobývání
SHT	Středisko hromadné těžby
VŠB – TUO	Vysoká škola báňská – Technická universita Ostrava
HGF	Hornicko – geologická fakulta

1 Úvod

Trhací práce jsou jednou ze základních činností při dobývání soudržných hornin pro výrobu drceného kameniva. Na jejich kvalitě závisí další zpracování a úprava surovin, především z ekonomického, ale i ekologického hlediska. Abychom dosahovali stále lepší kvality rubaniny, musíme při trhacích pracích zavádět a používat nové, moderní technologie a prostředky, které nám pomohou zvýšit účinnost trhacích prací. Touto diplomovou prací by měl vzniknout přehled inovací trhacích prací nejnovějšími metodami současnosti. Řeší rozbor tématických okruhů s dílčími závěry tak, aby po případném zavedení moderních technologií a prostředků byla výtěžnost zpracovatelné suroviny co největší a ekonomicky nezatěžovala při dalším zpracování.

2 Cíl práce

Cílem mé práce je použití nových prostředků při trhacích pracích na vybraných provozovnách ČMŠ, a.s.. Především se jedná o :

- *zaměření lomové stěny totální stanicí TOPCON 9003M*
- *projektování clonových odstřelů pomocí programu ATLAS – Odstřel*
- *vrtací práce – využití softwarového programu ROC MANAGER*
- *možné zavedení elektronických rozbušek*
- *využití nabíjecích vozů při nabíjení clonových odstřelů*
- *využití plynových vaků*

3 Charakteristika společnosti Českomoravský štěrk, a.s

3.1 O společnosti

Společnost Českomoravský štěrk, a.s. působí na českém trhu od roku 1998 a patří mezi největší výrobce kameniva v České republice. Společnost vznikla postupným spojením více firem zabývajících se dlouhodobě těžbou kameniva. Majoritním vlastníkem společnosti Českomoravský štěrk, a.s., je Českomoravský cement, a.s., nástupnická společnost. Obě jmenované společnosti jsou spolu s firmou Českomoravský beton, a.s., součástí nadnárodní skupiny HeidelbergCement, která je jedním z nejvýznamnějších dodavatelů stavebních hmot na světový trh. V roce 2009 společnost Českomoravský štěrk,a.s. sfúzovala se společností Hanson ČR, a.s..

3.2 Rozmístění provozoven na území České republiky

Sídlo společnosti Českomoravský štěrk, a.s. je v hlavní administrativní budově v areálu cementárny Mokrá u Brna. Zde je i sídlo společnosti Českomoravský cement, a.s.. Třetí společností, která patří do skupiny HeidelbergCement Group je společnost Českomoravský beton, a.s., která sídlí v Berouně. V současné době spravuje 26 provozoven rozmístěných na území celé České republiky a dvě na Slovensku a věnuje se dalším podnikatelským a obchodním aktivitám [1].



Obrázek č.1: Provozovny Českomoravského šterku, a.s.

Provozovny jsou členěny do pěti oblastí [1]:

1. **oblast Olomouc**

- Hrabůvka, Nová Ves, Výkleky, Bělkovice

2. **oblast Přerov a Třebon**

- Tovačov, Hulín, Hustopeče, Planá, Stráž, Chlum, Suchdol

3. **oblast Vyškov a Chrudim**

- Luleč, Chrudim, Opatovice, Zárubka, Světlá, Jablonné

4. **oblast Znojmo**

- Olbramovice, Rosice, Tasovice, Božice

5. **oblast Jihlava a Tábor**

- Bílý Kámen, Pohled, Nemojov, Libodřice, Slapy, Stříbrná Skalice

3.3 Středisko hromadné těžby

Jedná se o oddělení s názvem Středisko hromadné těžby - SHT, které je nedílnou součástí provozního úseku společnosti Českomoravský štěrk, a.s.. Toto oddělení má za úkol mimo jiné zabezpečovat, dle potřeb provozoven, dostatek těžitelné suroviny – rubaniny. Je vybaveno čtyřmi vrtacími soupravami, jež obsluhují asi dvě třetiny lomů společnosti Českomoravský štěrk, a.s. Oddělení SHT dále zajišťuje:

- trhací práce, vrtací práce, mobilní úpravnu kameniva, bourací kladivo pro sekundární rozpojování, míchárnu MZK, přepravu nadměrných strojů.

3.3.1 Trhací práce

Průmyslové trhací práce jsou založené na využívání energie chemického výbuchu. Trhací práce mají v průmyslu svou nezastupitelnou úlohu a nacházejí stále nové možnosti využití v oborech, kde je jejich uplatnění již tradiční, stejně tak oborech, z tohoto hlediska nových.

Stále se modernizující metody trhacích prací s sebou však přináší zvýšené požadavky na odborně vyškolené pracovníky – střelmistry a technické vedoucí odstřelů. Ti řídí trhací práce a jsou na ně kladeny vysoké nároky z hlediska odborného vykonání práce a především také bezpečnosti. Trhací práce velkého rozsahu ve společnosti Českomoravský štěrk, a.s. jsou zajišťovány převážně dodavatelsky. Pouze Olomoucká oblast v lomech Výkleky, Hrabůvka, Bělkovice a Nová Ves zajišťuje trhací práce prostřednictvím vlastních TVO. Vzhledem k tomu, že clonové odstřely ve výše uvedených lomech mám na starosti, rád bych se v této práci zaměřil především na ně.

3.3.2 Vrtací práce

Vrtací práce jsou nedílnou součástí trhacích prací. Používají se především ke zhotovení vývrtů pro táhlé vývrtové nálože o různé délce a sklonu a pro patní vrty, které jsou v současné době minimalizovány. Vrtací práce jsou ve společnosti Českomoravský štěrk, a.s. ze dvou třetin zajišťovány vlastními vrtacími soupravami. Zbývající vrtací práce

zabezpečují dodavatelské společnosti s vlastními vrtacími prostředky. Vše je však řízeno z oddělení SHT.

3.3.3 Ostatní

Úkolem oddělení SHT je pomáhat provozovnám s výrobou s vlastními prostředky, kterými SHT disponuje. Mezi ně patří především mobilní prostředky pro výrobu kameniva. Zde se jedná o mobilní úpravnu vybavenou čelistovým a kuželovým drtičem a dvěma třídícími jednotkami jež jsou uloženy samostatně na podvozcích. Tato sestava je při doplnění o hydraulické rypadlo a kolový nakladač schopna vyrábět velkou škálu kameniva. Součástí vybavenosti SHT je i rypadlo vybavené hydraulickým bouracím kladivem, které se používá k sekundárnímu rozpojování nadměrných kusů. Dále těžkým podvalníkem s tahačem návěsů pro přepravu nadměrných nákladů do 50 tun a semimobilní míchárnou na výrobu směsí MZK – mechanicky zhutněné kamenivo.

4 Stručná charakteristika vybraných provozoven

4.1 Bělkovice

Ložiska stavebního kamene Bělkovice a Jívová – Bělkovice leží v katastru obce Jívová, nedaleko obce Šternberk, cca 16km od Olomouce. Zdejší ložisko kamene začal využívat již roku 1340 Karel IV.

Novodobá těžba kamene v kamenolomu Bělkovice byla zahájena v roce 1903 a s různou intenzitou probíhá dodnes. Moravskoslezský kulm je budován flyšovými klasickými sedimenty, tj. rytmicky se střídajícími drobami a břidlicemi, místy také slepenci. Ložisko zdejší moravské droby patří k nejkvalitnějším, a proto je provoz zaměřen na výrobu drceného kameniva, využívaného do betonu a obalovaných směsí. Území plánované těžby je zalesněno a v nejvyšší části dosahuje nadmořské výšky 495 m.n.m.. V současné době činí objem hrubé těžby 100 000 m³ za rok s možností navýšení objemu těžby až na 150 000 m³ za rok (tj. 405 000 t).. S ohledem na množství vytěžitelných zásob a předpokládaný objem těžby v rozmezí 100 000 – 150 000 m³ je předpokládána životnost ložiska 30 let – do roku 2037 [2].



Obrázek č. 2: Letecký pohled na kamenolom Bělkovice

4.2 Hrabůvka

Severozápadně od města Hranice na Moravě - cca 5 km - je kamenolom Hrabůvka, ležící v katastru obcí Lhotka, Hrabůvka a Velká u Hranic. Od roku 1900 zde dochází k těžbě. V současné době je ložisko otevřeno lomem s 8 etážemi. Lom má kapacitu přibližně 1,000.000 tun ročně a je významným dodavatelem kvalitního drceného kameniva. Ložisko surovin, které jsou vhodné pro výrobu drceného kameniva, je tvořeno souborem hornin svrchního drobového komplexu včetně slepenců v nadloží, komplexu flyšových hornin a hornin drobového komplexu.. Nejvyšší surovinou jsou droby, jež tvoří asi 1/3 vlastního ložiska - 2/3 objemu ložiska je tvořeno horninami flyšového charakteru, pro něž je charakteristické variabilní zastoupení drobové a prachovité složky. Masív kulmských hornin je v celém DP zvodněný. Volná hladina podzemní vody je vkleslá až několik desítek metrů pod současným terénem. Blok hornin se odvodňuje do jezera v zatopené části lomu. Z jezera spodní voda prosakuje narušeným skalním masivem a vyvěrá až v prostoru prameniště Radíkovského potoka. Hlavním zdrojem důlních vod jsou spodní puklinové vody horninového masivu [3].



Obrázek č. 3 : Letecký pohled na kamenolom Hrabůvka

4.3 Výkleky

Kamenolom Výkleky leží cca 20 km od Olomouce východním směrem a asi 15 km severovýchodně od Přerova. Ložisko Výkleky je těženo více než 90 let. Podloží tvoří vilémovské vápence. Moravické vrstvy jsou charakteristické flyšovým střídáním jemnozrnných a hrubozrnných drob, prachovců a břidlic, s vložkami štěrkovitých slepenců. Jihozápadně od současné těžby se nachází opuštěný polojámový lom, který je zatopený vodou a je využíván k rekreačním účelům. Úroveň hladiny vody ke dni 30.03.2009 byla 327,7 m n.m., těžba v lomu probíhala do úrovně 315 – 310 m n.m. Dle nově provedeného vrtu VL-8 situovaným při severním okraji starého lomu bylo zjištěno, že zbývá ještě cca 25m kvalitní suroviny – převážně málo zvětralé až zdravé droby. Dobývání suroviny je v současné době prováděno ve třech etážích a těží se surovina moravská droba, která vykazuje velmi dobré parametry. Kamenivo, které se zde vyrábí vyhovuje pro všechny typy betonů, asfaltové směsi a výrobu směsí. Je zde vyzkoušena a schválena výroba kameniva pro železniční spodek i svršek [4].



Obrázek č. 4: Letecký pohled na kamenolom Výkleky

4.4 Nová Ves

Kamenolom Nová Ves u Litovle leží cca 700 metrů jižním směrem od obce Nová Ves u Litovle a cca 8 km od města Litovel. Je zde dobýváno výhradní ložisko stavebního kamene Haňovice. Výplň ložiska tvoří droby s vložkami slepenců, prachovců jílovitých břidlic. Droba se na celkovém objemu ložiska podílí cca 85%. Hrubá těžba stavebního kamene je cca 150 000 tun. Za dobu působení lomu zde nebyly zaznamenány vývěry spodních vod. Lom zatím není zahlouben pod úroveň místní vodoteče (potoka Loučka). Důlní vody jsou tvořeny pouze srážkovou vodou. Po plánovaném zahloubení lomu na kótu 300 m n. m. se pracovní plošina nejspodnější etáže dostane pod úroveň místní vodoteče. Z tohoto důvodu se předpokládají výraznější přítoky spodních vod, než tomu bylo doposud [5].



Obrázek č. 5: Letecký pohled na kamenolom Nová Ves

5 Současný stav trhacích prací a zároveň návrhy na zavedení moderních technologií a prostředků trhací techniky za účelem snížení nákladů v jednotlivých technologických uzlech

5.1 Zaměření lomové stěny

Základem všech trhacích prací v kamenolomech je přesné zaměření lomové stěny. Zaměření lomové stěny se provádí pro tyto účely:

- pro konstrukci tvaru lomové stěny v určitém měřítku – lomovou stěnu charakterizujeme určitou sítí podrobných bodů, které zaměříme. Spojnice těchto bodů poté tvoří přímky, které leží na povrchu lomové stěny. Čím hustší je síť bodů, tím je výsledek měření přesnější.
- výsledek měření tvoří základ k vypracování projektové dokumentace. Obvykle je tvořen v měřítku 1 : 250. Do vynesného obrázku zakreslujeme např. umístění náloží, vytváříme příčné řezy, zjišťujeme záběr atd.
- pro vynesení vyprojektovaných hodnot zpět do terénu, pro reprodukci měřeného místa, abychom byli schopni porovnat výsledky následných měření a tím stanovit jakékoli prostorové změny, ke kterým mohlo na lomové stěně dojít [6].
- měření je jedním z hlavních podkladů pro výpočet náloží.
- zároveň je podkladem pro kontrolu vytěžené suroviny. Kubatura rozpojené horniny se rovná velikosti prostoru mezi posledním měřením a zaměřením lomové stěny po odtěžení rubaniny [7].

Clonový odstřel se provádí obvykle na skalních stěnách o výšce 20 - 25 metrů. Zaměření skutečného stavu lomové stěny se v současné době provádí dvojobrazným dálkoměrem Zeiss BRT 006 se základnou v přístroji, který má přesnost 0,06 % z měřené délky v základním rozsahu (0,03m na 50m) a dosah 60m (90m s terčem a 180m s latí). Je svou jednoduchostí v ovládání velmi dobrým pomocníkem, ale svým stářím, opotřebovaností, dosahem při měření délek a sníženou přesností je v současné době již technicky překonán a nedostačující.

V našich podmínkách je nutností používat přístroje s bezhranolovým měřením, neboť by bylo velmi nebezpečné pohybovat se po okraji lomových stěn, nebo prostoru pod lomovou stěnou. V současné době je velmi vysoká nabídka totálních stanic. S ohledem na dosah bezhranolového měření (neboť je při měření třeba orientovat se na stabilizované body), bych navrhol používat k měření totální stanici GPT – 9003M od firmy TOPCON, která umožňuje dosah až 2 000 m, což je velká výhoda ve výběru mezi ostatními přístroji. Tento přístroj je možné využít i při různých drobných kontrolních měřeních (např. určení vodorovné roviny, výšky a výškových rozdílů při opravách strojního zařízení, nebo při terénních úpravách v kamenolomu). Je ale pravda, že schopnosti tohoto přístroje by asi nebyly plně využity. Vzhledem k možnosti přenosu dat do grafického programu nám umožňuje přesnější projektování odstřelů s mnohem lepším grafickým výstupem. Pracuje pod operačním systémem Windows CE a využívá průmyslové standardy, jako jsou sériové a USB datová rozhraní, slot pro CF kartu a Flash disk. Podporuje komunikaci přes Bluetooth, pomocí kterého se lze připojit na internet a komunikovat tak vzdáleně s kanceláří. Také umožňuje v terénu propojit a sloučit skenování s digitální fotografií [8].

V případě výměny současného měřicího přístroje BRT 006 za výše uvedenou totální stanici GPT – 9003M, bychom se v měření posunuli o několik generací dopředu.



Obrázek č. 6: Totální stanice GPT-9003M

5.2 Projektování trhačích prací

Efektivní a bezpečné provedení trhačích prací při těžbě nerostů, ve stavebnictví, ale také i ve všech oborech, kde se využívají výbušniny, závisí především na kvalitě projektu podle kterého jsou práce prováděny a na tom, jak projekt odráží skutečné poměry na místě realizace trhačích prací. Míra shody projektu a reality je logicky závislá na přesnosti a dostatečné množství informací o terénu, ve kterém se práce připravují. Zdokonalení projekčních prací snížení jejich časové náročnosti, přináší využití výpočetní techniky a použití moderních geodetických prostředků. V současné době se data z měřicího přístroje BRT 006 zapisují do tachymetrického zápisníku, kde jsou dále dopočítávány vzdálenosti a výšky bodů, které jsou následně ručně vynášeny v půdoryse a v řezech do projektu clonového odstřelu. Výrazný pokrok v této oblasti přináší využití digitálního modelu terénu firmy ATLAS, s.r.o. – zejména pak jejich programový modul „**ODSTŘEL**“. V programu se pracuje s grafickými dokumenty (výkresy) obsahujícími vektorovou i rastrovou kresbu. Jeho využití výrazně zrychlí a zpřesní práci projektanta trhačích prací. Rozhodně ho ale nenahrazuje. Přenechává mu tvůrčí práci vycházející z jeho odborných znalostí a významně mu pomáhá při hledání optimálního řešení. Projektování trhačích prací probíhá nad digitálním modelem terénu lomu, který lze snadno připravit ze zaměřených charakteristických bodů terénu např. z totální stanice GPT 9003M v programu **GEOMANW**, ve kterém se souřadnice bodů přepíší do textového souboru [příloha č.1] a dále jsou exportovány a zpracovávány ve výše uvedeném programu ATLAS – Odstřel [9].

Software poskytuje speciální nástroje pro další upřesnění modelu terénu v případech nedostatečného zaměření (zával paty lomové stěny, zátrh horní hrany). Dále nabízí :

- okamžitě dostupné informace o vrtech i terénu
- návrh vrtů podle záběrů, převrtávky, směru ke stěně, vzdálenosti od paty atd.
- vrty samostatné a řadové, vázané k platu, podvrty
- dynamické propojení řezů s půdorysem
- volitelné zobrazení vrtů v řezech

Projekt se tvoří v grafickém dokumentu programu Kres. Projektant pracuje souběžně v půdorysu [příloha č.2] i v dynamicky propojených řezech [příloha č.3]. Nejprve zpravidla navrhne několik charakteristických vrtů, na jejichž základě pak vkládá jednotlivé řady vrtů. Tyto řady mohou být přímé i různě zalomené. Program poskytuje všechny potřebné informace o terénu i o jednotlivých vrtech a nabízí řadu nástrojů pro rozmístění vrtů a nastavení jejich parametrů (návrh vrtu zadáním požadovaného záběru, návrh sklonu vrtů podle sklonu stěny či podle vzdálenosti od paty, návrh délky vrtů zadáním převrtávky, apod.) Projektant může vytvořit nad kterýmkoliv vrtem či libovolně zadanou trasou kdykoliv řez, který vždy zobrazuje aktuální stav vrtů. Program zobrazuje v řezech vrty a nebo projektant sám volí vrty, které se mají v daném řezu zobrazit. Velmi významnou funkcí programu je kontrola vzdáleností. Program sám vyhodnocuje vzdálenosti vrtů od sebe a vzdálenosti vrtů od terénu. Pokud jsou některé vzdálenosti menší, než-li projektantem zadané minimální hodnoty, program zobrazí protokol s informacemi o nevyhovujících vrtech a v půdorysu graficky vyznačí kritická místa na vrtech a na terénu. Důležitou možností je také kdykoli provádět dodatečné změny vrtů i celých řad, přidávat je, mazat, měnit měřítko zobrazení půdorysu i řezů, rozmísťovat půdorys, řezy či jiné objekty (rozpisky, tabulky) na listech dokumentu a poté pokračovat v projekční činnosti. Díky možnosti volně definovat popisné texty s automatickou aktualizací vypisovaných údajů lze také snadno upravit dokument do podoby finální grafické projektové dokumentace. Výpis informací o vrtech do textového souboru s volitelným obsahem i formátem umožňuje přenos informací do jiných programů.

Ve srovnání s dosavadním projektováním trhacích prací se jedná o modernější, efektivnější, ale také bezpečnější způsob projektování trhacích prací. Případná změna by měla vliv na kvalitu rubaniny z hlediska přesného zaměření a vyprojektování. Využití softwaru firmy ATLAS – Odstřel usnadní tak celkový průběh trhacích prací [10].

5.3 Vrtací práce

Vrtací práce ve vybraných provozovnách ČMŠ zajišťuje středisko hromadné těžby. K zajištění vrtacích prací vybraných provozoven i většiny ostatních lomů společnosti ČMŠ

disponuje třemi moderními, výkonnými vrtacími soupravami značky ATLAS COPCO a jednou vrtací soupravou značky TAMROCK.

Stručný popis vrtacích souprav:

ATLAS COPCO ROC – L6 (1ks)

- jedná se o vrtací soupravu s ponorným kladivem, která je schopná vrtat do hloubky až 40m. Je určena pro vrtání záhlavních vrtů o větších hloubkách než-li vrtací soupravy s povrchovým kladivem.



Obrázek č.7 . :Vrtací souprava ATLAS COPCO ROC – L6

ATLAS COPCO F9C – 11 (2 ks)

- dvě hydraulické vrtací soupravy s horním kladivem řízené počítačem. Umožňuje vrtat až do hloubky 30m o průměru 89 – 127 mm. Je určena pro vrtání záhlavních vrtů při clonových odstřelech v lomech.



Obrázek č.8: Vrtací souprava ATLAS COPCO F9C – 11

TAMROCK PANTERA 1500 (1 ks)

- hydraulická pásová vrtací souprava s horním kladivem, jež je schopná vrtat do hloubky 30 m.



Obrázek č.9: Vrtací souprava TAMROCK PANTERA 1500

Jelikož se jedná o velice moderní a výkonné vrtací soupravy, nepovažoval bych za nutné pořizovat novější modely. V tomto případě bych se spíše zaměřil na využití počítačového programu ROC Manager společnosti Atlas Copco u počítačem řízených vrtacích souprav F9C – 11.

ROC Manager je aplikace, která usnadňuje plánování a administrativu v oblasti povrchové těžby a lomového dobývání. Má několik funkcí:

- Administrativa dobývání
- Vytváření pracovních zakázek a vrtných schémat
- Prezentování a analyzování protokolů vrtání

- Prezentování a analyzování protokolů MWD (měření během vrtání) – výbava za příplatek
- Měření odchylky vrtu – zde je zapotřebí sonda RP 45, která měří odchylku vrtu
- Prezentování a analyzování naměřených odchylek vrtů
- Generování zpráv [11]

5.4 Roznět

V současné době se k iniciaci výbušnin při trhačích pracích ve vybraných lomech používá výhradně elektrický roznět. Elektrické rozbušky jsou vyráběny a používány v mnoha variacích, ať již z hlediska časování, elektrických parametrů, drobných modifikací přívodních vodičů nebo materiálů dutinek. Konkrétně se používají milisekundové, středně odolné elektrické rozbušky DEM – S se stupněm zpoždění 1 -30 o různých délkách od firmy AUSTIN DETONATOR. Na českém trhu jsou nejpoužívanějšími elektrickými iniciátory rozbušky od firmy Austin Detonator, s.r.o. VSETÍN. Činnost elektrické rozbušky je dána z elektrického hlediska vlastnostmi elektrické pilule palníku. Vesměs jde vždy o piluli můstkovou. K jejímu ohřevu dojde průchodem el.proudu můstkem pilule, který se zároveň s pyrotechnickou (zážehovou) složou zahřívá. Jakmile teplota složy dosáhne zážehové teploty, dojde k její aktivaci a následně aktivaci celé rozbušky. To vše závisí na konstrukci pilule, vlastnosti a velikosti složy, tvaru a době trvání roznětného proudu. Podstatou elektrického roznětu je přivést na můstek rozbušky elektrickou energii takových parametrů, aby při průchodu můstkem bylo dosaženo zážehové teploty pyrotechnické složy (cca 250 stupňů Celsia) = aby došlo k výbuchu pilule palníku.

Neelektrický roznět (detonační trubice + rozbuška) je v poslední době stále se více rozšiřujícím způsobem iniciace výbušnin v průmyslové aplikaci, především při trhačích pracích na povrchu. Dostupnost sortimentu neelektrických rozbušek na Českém trhu umožňuje bez větších problémů technicky vyřešit jakoukoliv trhačí práci. V současnosti je možné v praxi využít neelektrické rozbušky pod obchodním názvem NONEL (od firmy Dyno Nobel), EXEL (od firmy Orica) či osvědčené rozbušky tuzemské výroby Indetshock

MS 25/50 (od firmy Austin Detonator). Principem neelektrického roznětného systému je předání iniciace z časované rozbušky SHOCKSTAR SURFACE na dnovou rozbušku INDETSHOCK MS 25/50 v náloži a na další iniciační prvek. Pro úspěšné provedení odstřelu je nezbytné, aby byl vhodně zvoleným časováním předán vrtům iniciační impulz dostatečně dlouho před tím, než dojde k destrukci roznětné sítě detonací.

Neelektrický roznětný systém má i přes řadu svých odpůrců jednoznačné výhody oproti elektrickému, jako např.:

- vyšší bezpečnost vyloučením vlivu cizích zdrojů elektrické energie
- vytváření časovaných roznětných sítí s vysokou variabilitou
- neomezený počet rozbušek současně zapojených
- použití v mokřím prostředí bez nároků na speciální zabezpečení (rychlospojky)
- snížení pracnosti a zvýšení efektivity práce
- užší sortiment nutný pro dosažení požadovaného časování výsledků TP

Hlavní nevýhodou neelektrických rozbušek je, že ji nelze zkontrolovat, resp. změřit roznětnou síť před odstřelem [12].

Existují však ještě rozbušky elektronické, tzv. rozbušky nové generace. Ty kombinují výhody elektrických a neelektrických systémů. Jedná se v podstatě o elektrickou rozbušku s elektronickým časováním. Elektronická rozbuška E*Star (od firmy Austin Detonator) byla vyvinuta za účelem dosažení maximální přesnosti a variability časování roznětu trhacích prací v oblasti povrchového a podzemního dobývání a v oblasti stavebnictví. Rozbuška může být libovolně naprogramována s krokem 1ms v rozsahu od 1 ms do 10.000 ms.

Elektronický roznětný systém E* Star se skládá z rozbušky se zabudovaným elektronickým modulem, speciálního konektoru, digitálního loggeru, roznětnice a propojovacího vedení. Elektronický modul se skládá z kondenzátoru, logického a časového obvodu a pilule. Roznětnicí nabitý kondenzátor na pokyn spouští průchod proudu odporovým můstkem a následně zažehává primární slož pilule, která iniciuje sekundární

náplň rozbušky. Rozbuška je svou konstrukcí velice podobná všem ostatním druhům rozbušek. Jsou identické co se týče primární a sekundární složky, které přenášejí impuls zážehu do trhaviny. Ostatní části konstrukce jsou ale odlišné (časování, iniciace, zabezpečení). Na rozdíl od elektrických i neelektrických rozbušek je zpoždění rozbušky řízeno elektronickou částí. Toto zpoždění se vyznačuje vysokou přesností v řádech 0,01 % nominálního zpoždění. U ostatních rozbušek je to cca 1%.

Hlavní výhodou elektronické rozbušky je, že tento systém umožňuje 100% kontrolu spolehlivosti roznětné sítě a zároveň:

- rozbušku E* Star lze načasovat po 1ms krocích.
- velmi široký rozsah zpoždění rozbušek E* Star 1 ms – 10.000 ms.
- každá rozbuška E* Star má unikátní ID a je nezaměnitelná
- bezpečně lze zapojit a iniciovat až 1600 rozbušek
- kombinace Al dutinky a vysoké iniciační mohutnosti rozbušky E* Star zaručuje schopnost inicializace všech průmyslových travin [12].

Nevýhodou je vysoká cena, která se snad s vyšším rozšířením produkce bude snižovat. Jako nevýhodu bych dále viděl časovou náročnost při přípravě vyššího počtu rozbušek na lomové stěně (především za nepříznivých klimatických podmínek).

U neelektrických i elektrických rozbušek nelze v současnosti dosáhnout absolutně stejného času iniciace dvou rozbušek stejného časového stupně ve vrtu. Toho lze dosáhnout pouze použijeme-li elektronickou rozbušku. Za předpokladu iniciace trhaviny ve vrtu dvěma roznětnými náložkami umístěnými na obou koncích nálože a budou-li dvě rozbušky iniciovány ve stejný čas elektronickou rozbuškou, dojde k tomu, že uprostřed vývrtu na sebe narazí detonační vlny o vysoké rychlosti a tlaku. Dojde ke zvýšenému účinku na okolní rubaninu a tím ke zlepšení fragmentace rubaniny. Místo kolize dvou detonačních vln se chová, jako by bylo nabito travinou o značně vyšší brilanci.

Náklady na provedení clonového odstřelu za použití elektronické rozbušky E* Star jsou vyšší, neboť její cena převyšuje pořízení elektrické či neelektrické rozbušky. Ve výsledku ale tento náklad není tak vysoký, protože dochází ke zlepšení fragmentace tím

snížení dalších nákladů nutných na sekundární rozpojení nadměrných kusů. Co se týče rozbušek, dochází ke zjednodušení použitého sortimentu a možné eliminaci lidských chyb při objednávce, neboť elektronická rozbuška je vždy stejná a k jejímu časování dochází až na místě odstřelu.

5.5 Trhaviny

V současné době je na Českém trhu velký výběr trhavin od různých výrobců.

Výše uvedené lomy ČMŠ nyní používají trhaviny od společnosti EXPLOSIA, a.s..

Používán je především :

PERMON DAP M

používá se u trhacích prací na povrchu i v podzemí v nevýbušném suchém prostředí. Dodává se obvykle jako volně sypaná a je určena pro gravitační i mechanizované nabíjení [13].

PERUNIT E pro roznětné náložky

používá se na podzemních pracovištích v nevýbušném prostředí a na povrchu všude tam, kde charakter rozpojovaného materiálu vyžaduje použití výkonné trhaviny. Zejména velkopřůměrové náložky jsou vhodné k počínování trhavin. V současné době již neobsahuje nitroaromáty DNT a TNT [13].

EMSIT V pro zvodnělé části vývrtů

povrchová trhavina moderního emulzního typu s vysokou detonační rychlostí a vynikající vodovzdorností. Používá se ve velkých průměrech jako výkonná trhavina při odstřelech, kde se vyskytují mokré nebo zvodnělé vrty. K roznětu je nutno použít počínovou nálož trhaviny s detonační rychlostí min. 6000 m/s (PERUNIT E) [13].

EMSIT 20 z nabíjecího vozu

Jako moderní prostředek trhací techniky bych navrhoval používat mísicí a nabíjecí vozy, které dopravují nevýbušné komponenty, nebo jejich směsi na místo spotřeby, kde jejich smísením nebo senzibilizací vyrábějí a zároveň nabíjejí trhavinu do vrtů. Firma EXPOSIA vyrábí mísicím a nabíjecím vozem moderní emulzní trhavinu s vysokou detonační rychlostí a vynikající vodovzdorností EMSIT 20. Používá se jako výkonná trhavina zejména při odstřelech, kde se vyskytují převážně zvodnělé vrty [13].

Ekonomické srovnání odstřelů, při použití klasického nabíjení a nabíjení z nabíjecího vozu

Modelový odstřel:

výška stěny - 20 m

délka odstřelené stěny - 50 m

sklon stěny - 70°

4. řadý odstřel bez patních vrtů

délka vrtů – 22 m

délka ucpávky – 3 m

průměr vrtů – 102 mm

cena vrtání – 130,- Kč.bm⁻¹

Výpočet záběru dle vzorce pro táhlou nálož navržený VÚIS Bratislava resp. Dojčárem

$$x = \frac{\sqrt{0.5 \cdot p^2 \cdot \sin^2 \alpha + 4 \cdot q \cdot n' \cdot p \cdot V \cdot L - 0.7 \cdot p \cdot \sin \alpha}}{2 \cdot q \cdot n' \cdot V} \quad [7] , \text{ kde}$$

x ... vzdálenost vývrtu od kraje koruny těžební stěny (m)

V ... výška těžební stěny (m), převážně 18 ÷ 23

L ... délka šikmého vývrtu (m), převážně 19 ÷ 25

n' ... koeficient přiblížení vývrtů 0,80

p ... vypočtené množství trhavin na 1 bm vývrtu

q ... specifická spotřeba trhavin (kg.m⁻³), tabulková 0,50 ÷ 0,70

$$R = x \cdot \sin \alpha \quad l = 0,8 \cdot R \quad a = 0,75 \cdot R , \text{ kde}$$

R ... záběr 1.řady (kolmá vzdálenost od volné plochy)

l ... vzdálenost mezi vývrty

a ... záběr dalších řad

VÝSLEDKY:

Pro sypkou trhavinu PERMON DAP M platí:

$$R = 2,9 \text{ m} \quad l = 2,3 \text{ m} \quad a = 2,2 \text{ m}$$

Pro emulzní trhavinu z nabíjecího vozu EMSIT 20 platí:

$$R = 3,7 \text{ m} \quad l = 3,0 \text{ m} \quad a = 2,8 \text{ m}$$

Pomocný výpočet pro hmotnost nálože trhaviny v 1 bm vývrtu „p“

Platí vztah:

$$p = \frac{\pi \cdot d_v^2}{4} \cdot \delta, \quad \delta = \frac{d_n^2}{d_v^2} \cdot \delta_{tr} , \text{ kde}$$

p ... hmotnost nálože trhaviny v 1 bm vývrtu (kg.m⁻¹)

δ ... náložová hustota trhaviny ve vývrtu (kg.m^{-3})

δ_{tr} ... hustota trhaviny v náložce (kg.m^{-3})

d_n ... průměr náložky (m)

d_v ... průměr vývrtu (m)

Při průměru vrtu 102 mm:

Pro sypkou trhavinu PERMON DAP M = $5,3 \text{ kg.bm}^{-1}$

Pro emulzní trhavinu z nabíjecího vozu EMSIT 20 = 9 kg.bm^{-1}

1. varianta – NABÍJECÍ VŮZ

Průměr vrtů: 102 mm

Záběr 1.řady : 3,7 m

Záběr dalších řad : 2,8 m

Rozteč vrtů: 3,0 m

Průměrná hladina vody ve vrtu: nerozhoduje

Výpočet kubatury: $12,1 \times 20 \times 50 = 12\,100 \times 2,7 = \mathbf{32\,670 \text{ t}}$

Počet vrtů – $4 \times 17 = 68$

Cena vrtání – $68 \times 22 = 1496 \times 130 = \mathbf{194\,480,- \text{ Kč}}$

Trhaviny – Perunit E 65 – $68 \times 5 \text{ kg} = 340 \text{ kg} \times 34,- \text{ Kč} = \underline{\underline{11\,560,- \text{ Kč}}}$

Emsit 20(n.v.) – 1 vrt – $18 \text{ m} \times 9 \text{ kg} = 162 \text{ kg}$

$68 \times 162 \text{ kg} = 11\,016 \text{ kg} \times 20,00,- \text{ Kč} = \underline{\underline{220\,320,- \text{ Kč}}}$

Dem S – 8m: $68 \times 40,- \text{ Kč} = \underline{\underline{2\,720,- \text{ Kč}}}$

25 m: $68 \times 90,- \text{ Kč} = \underline{\underline{6\,120,- \text{ Kč}}}$

ZHODNOCENÍ:

CENA :

Celkem	435.200,00,- Kč
Trhavin na 1 tunu	7,37,-Kč
Trhaviny + vrtání na 1 tunu	13,32,-Kč
Specifická spotřeba	0,35 kg.t⁻¹
Výtěžnost	21,83 t.m⁻¹

2. varianta – Dap M, Emsit V

Průměr vrtů:	102 mm
Záběr 1.řady :	2,9 m
Záběr dalších řad :	2,2 m
Rozteč vrtů:	2,3 m
Průměrná hladina vody ve vrtu:	3 m

Výpočet kubatury: $9,5 \times 20 \times 50 = 9\,500 \times 2,7 = \underline{\underline{25\,650\,t}}$

Počet vrtů - 84

Cena vrtání – $84 \times 22 = 1848 \times 130 = \underline{\underline{240\,240,-\,Kč}}$

Trhaviny – Perunit E 65 – $84 \times 5\,kg = 420\,kg \times 34,-\,Kč = \underline{\underline{14\,280,-\,Kč}}$

Emsit V – $84 \times 30\,kg = 2\,520\,kg \times 23,80,-\,Kč = \underline{\underline{59\,976,-\,Kč}}$

Dap M - $84 \times 14\,m \times 5,3\,kg = 6233\,kg \times 13,20,-\,Kč = \underline{\underline{82\,273,-\,Kč}}$

Dem S – 8m: $84 \times 40,-\,Kč = \underline{\underline{3\,360,-\,Kč}}$

25m: $84 \times 90,-\,Kč = \underline{\underline{7\,560,-\,Kč}}$

ZHODNOCENÍ

CENA :

Celkem **401.344,00,- Kč**

Trhavin na 1 tunu **6,52,-Kč**

Trhaviny + vrtání na 1 tunu **15,89,-Kč**

Specifická spotřeba **0,36 kg.t⁻¹**

Výtěžnost **13,88 t.m⁻¹**

ZHODNOCENÍ:

Nabíjecím vozem se ušetří **2,57,-Kč** na odstřelenou tunu.

Na každých odstřelených **100 000 t** se ušetří **257 000,- Kč**.

Nabíjení pomocí nabíjecího vozu je v mnoha ohledech ekonomicky výhodnější. Mechanizované nabíjení trhavin pomocí mísících a nabíjecích vozů umožňuje po přizpůsobení vrtného schématu ušetřit na vrtných pracích, což vede k významnému snížení celkových nákladů na rozpojení horniny. Mezi nesporné výhody potom patří zejména úspora pracovních sil při nabíjení a manipulaci ve skladu, úspora na dopravě a skladování trhavin, urychlení přípravy odstřelu, zvýšení bezpečnosti a hygieny práce a samozřejmě také nelze opomenout snížení podílu fyzicky namáhavé práce. Z výše uvedených důvodů bych proto doporučoval využití nabíjecích vozů ve vybraných lomech.

5.6 Ostatní

Stále se zvyšující cena trhavin zvyšuje zájem na snížení nákladů na odstřely a tím na jednotku vydobytých hornin. Tím se dostává do popředí problematika snížení nákladů úsporou trhavin při trhavých pracích vytvořením mezery v táhlých náložích clonových odstřelů. Tomu napomáhá i skutečnost, že byl vyvinut a odzkoušen speciální přípravek, jež umožňuje spolehlivé rozdělení táhlé nálože v libovolném bodu a umožňuje tak vytvořit mezeru v náloži o předem určené délce. Tímto prostředkem trhavé techniky, který umožňuje překonat některé problémy související s nehomogenitou horninového prostředí a usnadňuje operace trhavých prací je **plynový vak**.

Jedná se vlastně o samonafukovací ucpávku, jež je vyrobena z fólie, která je po všech stranách svařena. Uvnitř fólie je v jednom sáčku zavařena kapalina a ve druhém prášek. Tyto prvky spojením umožní nafouknutí vaku. Přes fólii je přetažena ještě jedna ochranná fólie, na které je nalepena barevná páska s otvorem pro spouštění do vrtů. Vak je určen k ucpávání nebo utěsnění vyvrtaných otvorů v jakémkoliv hloubce pro vývrty o průměru 76 – 130 mm. Vak lze využít ve vrtu k vytvoření vzduchové mezery - nebo oddělení zvodnělé části vrtu. Spolehlivě udrží hmotnost ucpávky i trhaviny, pokud se nad ním nacházejí. Do vývrty se vak zapouští pomocí ztraceného závěsu samotíží a v předem určeném místě vývrty dojde k jeho rozepření [17].

Použití plynových vaků:

- k vytvoření vzduchové mezery v části nálože
- k odizolování zvodnělé spodní části vývrty

6 Technicky – ekonomické a ekologické vyhodnocení navržených řešení

Zavedením navrhovaných změn do praxe, tedy:

- moderním zaměřením lomové stěny
- digitální projektování CO
- využití aplikace ROC Manager u moderních vrtacích souprav
- využití elektronických rozbušek
- používání nabíjecích vozů a ostatních prostředků trhací techniky

dojde ke zkvalitnění trhacích prací a zlepšení fragmentace rubaniny po provedení CO a tím snížení dalších nákladů nutných na sekundární rozpojení nadměrných kusů. Dojde ke zvětšení produktivity a ekonomické úspoře technologické linky při dalším zpracování. Snížení těchto nákladů zároveň povede k úspoře energií a pohonných hmot a tím se sníží ekologická zátěž krajiny.

7 Závěr

Cílem mé bakalářské práce je využití prostředků moderní trhací techniky ke zkvalitnění a zefektivnění trhacích prací. Ve své diplomové práci jsem se zaměřil na čtyři vybrané provozovny společnosti Českomoravský štěrk, a.s., kterými jsou Bělkovice, Hrabůvka, Výkleky a Nová Ves, v nichž si společnost vrtací i trhací práce zabezpečuje vlastními zdroji. A dále se podrobněji zabývám všemi činnostmi potřebnými k provedení clonového odstřelu:

- zaměření lomové stěny
- projektování trhacích prací
- vrtací práce
- roznět
- trhaviny

V každé kapitole podrobně přibližuji současný stav ve vybraných provozovnách. Představuji možnosti nových a moderních prostředků v dané oblasti a jednotlivé kapitoly zakončuji dílčími závěry, v nichž hodnotím aktuální stav jednotlivých činností ve vybraných provozovnách. Práce je rozvržena do sedmi tématických okruhů a v jejím závěru shrnuji navrhované změny a možná řešení, jimiž se snažím o splnění cíle mé bakalářské práce – tedy o celkové zkvalitnění trhacích prací.

Závěrem své práce chci poděkovat firmě Českomoravský štěrk a.s. za poskytnutí materiálů potřebných k vypracování této bakalářské práce. V neposlední řadě patří poděkování vedoucímu bakalářské práce Doc.Ing. Milanu Mikolášovi za odbornou pomoc, radu a připomínky k bakalářské práci.

Literatura

1. www.cmsterk.cz : internetové stránky společnosti Českomoravský štěrk, a.s.
2. Českomoravský štěrk a.s. – POPD ložiska v DP Bělkovice
3. Českomoravský štěrk a.s. – POPD ložiska v DP Hrabůvka
4. Českomoravský štěrk a.s. – POPD ložiska v DP Výkleky
5. Českomoravský štěrk a.s. – POPD ložiska v DP Nová Ves
6. Stiebitz, J.: Měřičské práce při projektování trhacích prací, 2003
7. Münchner, E. a kolektiv: Příručka pro střelné práce a technických vedoucích odstrelů, 2006
8. Geodis News positioning, 2009, č.4, ročník 8
9. Geodis Brno: Geomanw ver.3, instrukční manuál, 2001
10. www.atlasltd.cz/software
11. Atlas Copco, ROC Manager, Uživatelská příručka, verze 2
12. AUSTIN DETONATOR: Neelektrický roznětný systém, uživatelská příručka, 2008
13. Explosia – Trhaviny
14. Geodis positioning, 2008, č.2, ročník 3
15. positioning, 2009, č.4, ročník 8
16. Stiebitz, J.: Vrtací práce, 2003
17. WESECO CZ – Technické podmínky, Testování plynových vaků

Seznam obrázků:

1. Provozovny Českomoravského štěrku (zdroj ČMŠ)
2. Letecký snímek kamenolomu Bělkovice (zdroj ČMŠ)
3. Letecký snímek kamenolomu Hrabůvka (zdroj ČMŠ)
4. Letecký snímek kamenolomu Výkleky (zdroj ČMŠ)
5. Letecký snímek kamenolomu Nová Ves (zdroj ČMŠ)
6. Totální stanice GPT – 9003M (zdroj www.geodis.cz)
7. Vrtací souprava ATLAS COPCO ROC – L6 (foto M. Kryl)
8. Vrtací souprava ATLAS COPCO F9C – 11 (foto M. Kryl)
9. Vrtací souprava TAMROCK PANTERA 1500 (foto M. Kryl)

Seznam příloh

Příloha č. 1 - vstupní data získaná tachymetrickým zaměřením terénu a výpočtem v programu

GEOMANW

Příloha č. 2 - půdorysné zobrazení clonového odstřelu vytvořené v programu ATLAS Odstřel

Příloha č. 3 – charakteristický řez vygenerovaný nad vrty

